

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-268594

(P2001-268594A)

(43) 公開日 平成13年9月28日 (2001.9.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 N 13/00		H 0 4 N 13/00	5 B 0 4 9
G 0 6 F 17/60	1 2 4	G 0 6 F 17/60	1 2 4 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	3 4 0	G 0 6 T 1/00	3 4 0 A 5 B 0 8 0
	15/00		15/00 1 0 0 A 5 C 0 6 1
H 0 4 N 7/173	6 1 0	H 0 4 N 7/173	6 1 0 Z 5 C 0 6 4

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2000-72088(P2000-72088)

(22) 出願日 平成12年3月15日 (2000.3.15)

(71) 出願人 500318391

インフィニットフェイス・ドット・コム・
インコーポレイテッド
INFINITEFACE.COM INC.
アメリカ合衆国 ニューヨーク州10003
ニューヨーク スイート15ジェイ ワン
フィフス アベニュー

(72) 発明者 古田 秘馬

東京都港区元麻布二丁目1番17号 ザワン
インフィニット・インコーポレイテッド内

(74) 代理人 100107113

弁理士 大木 健一

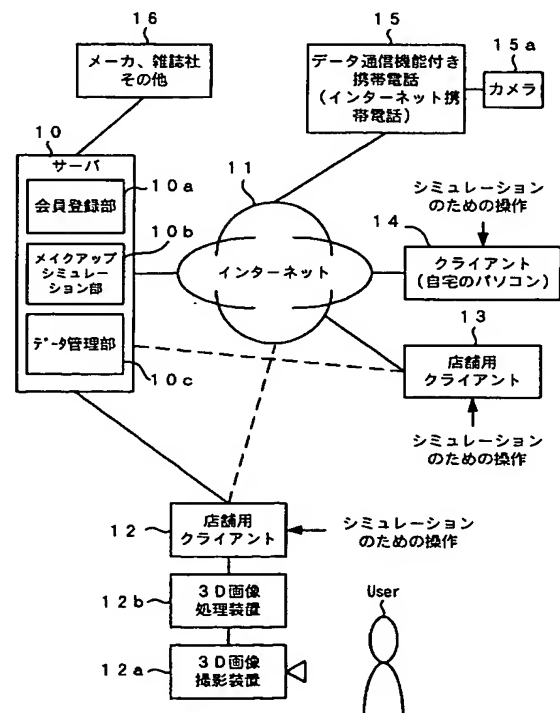
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステム

(57) 【要約】

【課題】 利用者の顔を三次元的に扱うことができ、より実感的なビューティーシミュレーションを提供することができる三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステムを提供する。

【解決手段】 利用者の三次元形状データを取得して送信する店舗用クライアントと、前記店舗用クライアントから前記三次元形状データを受信して格納するとともに、利用者の要求に応じて前記三次元形状データに基づきメイクアップシミュレーションを行うメイクアップシミュレーション部と、前記利用者の操作記録を分析して管理情報を生成するデータ管理部とを含むサーバとを備える。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 利用者の三次元形状データを取得して送信する店舗用クライアントと、
前記店舗用クライアントから前記三次元形状データを受信して格納するとともに、利用者の要求に応じて前記三次元形状データに基づきメイクアップシミュレーションを行うメイクアップシミュレーション部と、前記利用者の操作記録を分析して管理情報を生成するデータ管理部とを含むサーバとを備える三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステム。

【請求項 2】 前記サーバは、前記店舗用クライアント以外のクライアントからの要求に応じ、メイクアップシミュレーションを提供することを特徴とする請求項 1 記載の三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステム。

【請求項 3】 前記店舗用クライアントは、
複数の視点から見た利用者の画像を得るための複数のカメラと、
前記複数のカメラにより得られた各画像データを受け、前記複数の画像を解析して相互に対応する対応点を検索する対応点検索部と、
検索された前記対応点を解析して対象物の三次元形状を認識する三次元形状認識部と、
前記三次元形状認識部の認識結果に基づき視線を設定するとともに、設定された視線に基づきデータに幾何学的変換を行うことにより、所定の視線からの画像を生成する幾何学的計算部と、
前記幾何学的計算部により生成された画像を表示する表示部と、
前記幾何学的計算部により生成された画像データを前記サーバに送信する通信手段とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステム。

【請求項 4】 前記サーバの前記メイクアップシミュレーション部は、前記三次元形状データを受信する受信部と、受信した前記三次元形状データを格納するデータベースと、要求に応じてメイクアップシミュレーションを提供するメイクアップシミュレーション提供部とを備え、
前記サーバの前記データ管理部は、利用者の操作履歴を受けてその傾向を分析するユーザ情報分析部と、分析したデータを格納する管理データベースと、外部からの要求に応じて管理データベースからデータを読み出して前記要求に適合するようにデータを加工する情報処理部と、要求元に前記情報処理部の出力を送信するとともに前記要求元からの要求を受信する送受信部とを備えることを特徴とする請求項 1 記載の三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、利用者の三次元フェイスモデルデータに基づきビューティーシミュレーションを行うための三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来のビューティーシミュレーション用の装置として、例えば、特開平 6-319613 号公報に記載されたものが知られている。これには、画像表示装置に表示された顔の画像において、口紅とパウダーと眉のカットをシミュレーションすることにより、表示された顔のメイクアップができるようにした顔のメイクアップ支援装置が開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来のビューティーシミュレーション装置は、平面的な画像処理しか行うことができず、リアリティーの点で問題があった。また、コンピュータネットワークを通じて利用することもできなかった。この発明は、係る課題を解決するためになされたもので、利用者の顔を三次元的に扱うことができ、より実感的なビューティーシミュレーションを提供することができる三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステムを提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】この発明に係る三次元ビューティーシミュレーション用クライアントサーバシステムは、利用者の三次元形状データを取得して送信する店舗用クライアントと、前記店舗用クライアントから前記三次元形状データを受信して格納するとともに、利用者の要求に応じて前記三次元形状データに基づきメイクアップシミュレーションを行うメイクアップシミュレーション部と、前記利用者の操作記録を分析して管理情報を生成するデータ管理部とを含むサーバとを備えるものである。

【0005】好ましくは、前記サーバは、前記店舗用クライアント以外のクライアントからの要求に応じ、メイクアップシミュレーションを提供する。

【0006】好ましくは、前記店舗用クライアントは、複数の視点から見た利用者の画像を得るための複数のカメラと、前記複数のカメラにより得られた各画像データを受け、前記複数の画像を解析して相互に対応する対応点を検索する対応点検索部と、検索された前記対応点を解析して対象物の三次元形状を認識する三次元形状認識部と、前記三次元形状認識部の認識結果に基づき視線を設定するとともに、設定された視線に基づきデータに幾何学的変換を行うことにより、所定の視線からの画像を生成する幾何学的計算部と、前記幾何学的計算部により生成された画像を表示する表示部と、前記幾何学的計算部により生成された画像データを前記サーバに送信する通信手段とを備える。

【0007】好ましくは、前記サーバの前記メイクアッ

ブシミュレーション部は、前記三次元形状データを受信する受信部と、受信した前記三次元形状データを格納するデータベースと、要求に応じてメイクアップシミュレーションを提供するメイクアップシミュレーション提供部とを備え、前記サーバの前記データ管理部は、利用者の操作履歴を受けてその傾向を分析するユーザ情報分析部と、分析したデータを格納する管理データベースと、外部からの要求に応じて管理データベースからデータを読み出して前記要求に適合するようにデータを加工する情報処理部と、要求元に前記情報処理部の出力を送信するとともに前記要求元からの要求を受信する送受信部とを備える。

【0008】好ましくは、前記対応点検索部乃至前記幾何学的計算部は、前記複数の画像から特徴点をそれぞれ抽出する特徴点抽出部と、前記複数の画像の特徴点の間で相関を求めて、前記特徴点の組み合わせを求める相関演算部と、前記複数の視点から見た画像であるという条件の下で、前記特徴点の組み合わせのうちで可能性の低いものを除去するマッチング部と、前記複数の視点の位置及び視線の方向を求めるカメラ方向決定部と、前記カメラ方向決定部により得られた前記複数の視点の位置及び視線の方向の条件のもとで、前記特徴点の組み合わせを、幾何学的・統計学的信頼性の優位なものから選択し、前記対象物の映像の解析範囲を調整するマッチ伝播部とを備える。

【0009】好ましくは、前記対応点検索部乃至前記幾何学的計算部は、前記複数の画像から特徴点をそれぞれ抽出する特徴点抽出部と、前記複数の画像の特徴点の間で相関を求めて、前記特徴点の組み合わせを求める相関演算部と、前記複数の視点から見た画像であるという条件の下で、前記特徴点の組み合わせのうちで可能性の低いものを除去するマッチング部と、前記複数の視点の位置及び視線の方向を求めるカメラ方向決定部と、前記カメラ方向決定部により得られた前記複数の視点の位置及び視線の方向の条件のもとで、前記特徴点の組み合わせを、幾何学的・統計学的信頼性の優位なものから選択し、前記対象物の映像の解析範囲を調整するマッチ伝播部と、前記マッチ伝播部により得られたマッチングマップを正則化するリサンプリング部と、正則化されたマッチングマップに基づき前記対象物の三次元空間における位置を求める三次元位置測定部と、求められた前記対象物の三次元位置に基づき前記複数の視点とは異なる視点から見た画像を生成する視野補間部とを備える。

【0010】好ましくは、前記対応点検索部乃至前記幾何学的計算部は、前記複数の画像から特徴点をそれぞれ抽出する特徴点抽出部と、前記複数の画像の特徴点の間で相関を求めて、前記特徴点の組み合わせを求める相関演算部と、前記複数の視点から見た画像であるという条件の下で、前記特徴点の組み合わせのうちで可能性の低いものを除去するマッチング部と、視線の幾何学的な拘

束条件のもとで、前記特徴点の組み合わせを、幾何学的・統計学的信頼性の優位なものから選択し、前記対象物の映像の解析範囲を調整するマッチ伝播部とを備える。

【0011】好ましくは、前記対応点検索部乃至前記幾何学的計算部は、前記複数の画像から特徴点をそれぞれ抽出する特徴点抽出部と、前記複数の画像の特徴点の間で相関を求めて、前記特徴点の組み合わせを求める相関演算部と、前記複数の視点から見た画像であるという条件の下で、前記特徴点の組み合わせのうちで可能性の低いものを除去するマッチング部と、視線の幾何学的な拘束条件のもとで、前記特徴点の組み合わせを、幾何学的・統計学的信頼性の優位なものから選択し、前記対象物の映像の解析範囲を調整するマッチ伝播部と、前記マッチ伝播部により得られたマッチングマップを正則化するリサンプリング部と、正則化されたマッチングマップに基づき前記対象物の三次元空間における位置を求める三次元位置測定部と、求められた前記対象物の三次元位置に基づき前記複数の視点とは異なる視点から見た画像を生成する視野補間部とを備える。

【0012】この発明に係る記録媒体は、コンピュータを、上記各装置として機能させるためのプログラムを記録したものである。

【0013】媒体には、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、ハードディスク、磁気テープ、光磁気ディスク、CD-ROM、DVD、ROMカートリッジ、バッテリーバックアップ付きのRAMメモリカートリッジ、フラッシュメモリカートリッジ、不揮発性RAMカートリッジ等を含む。

【0014】また、電話回線等の有線通信媒体、マイクロ波回線等の無線通信媒体等の通信媒体を含む。インターネットもここでいう通信媒体に含まれる。

【0015】媒体とは、何等かの物理的手段により情報（主にデジタルデータ、プログラム）が記録されているものであって、コンピュータ、専用プロセッサ等の処理装置に所定の機能を行わせることができるものである。要するに、何等かの手段でもってコンピュータにプログラムをダウンロードし、所定の機能を実行させるものであればよい。

【0016】

【発明の実施の形態】この発明の実施の形態について説明する。まず、概念について説明する。この発明の実施の形態により実現される、インターネット上のトータルビューティーサイトに消費者がアクセスすると、当該消費者の商品クリック数等のデータを採取するとともに分析してデータベースを生成する。店舗におかれた装置により消費者の3Dフェイスモデルデータ（顔に限らず全身のデータも含む）を採取し、トータルビューティーサイトのサーバに保管する。当該店舗からは、装置の技術料、データ料とともに出店料、売上マージン、コンサルティング料として所定の費用がサイトの運営者に支払わ

れる。サイトの運営者は、メーカー、雑誌社等に対してデータベースに蓄積された（１）クリック数による消費者の興味情報、（２）年齢別等の付加情報、を提供する。逆に、メーカー、雑誌社等は、コンサルティング料、データ料をサイトの運営者に支払う。

【0017】次に、この発明の実施の形態の概要について、図1乃至図4を用いて説明する。図1において、インターネット11には、トータルビューティーサイトを運営するためのサーバ10、3Dフェイスモデルデータを採取するための店舗用クライアント12、シミュレーションを行うための店舗用クライアント13、消費者が自宅
10 自宅でシミュレーションを行うためのクライアント14、3Dフェイスモデルを採取するためのカメラ15aを備えるインターネット携帯電話15が接続されている。また、サーバ10には、メーカ、雑誌社等のコンピュータ16が接続されている。なお、店舗用クライアント12、13はサーバ10にインターネット11を介さずに接続されてもよい。

【0018】図1において、消費者は店舗に赴いて店舗用クライアント12に設けられた3D画像撮影装置12a、3D画像処理装置12bを用いて、自分の3Dフェイスモデルデータを採取する。その具体的な手順については後に詳述する。店舗用クライアント12は、得られた3Dフェイスモデルデータをサーバ10に送る。サーバ10は受けたデータを保管する。サーバにデータが保管されれば、消費者は、店舗用クライアント12、撮影装置をもたない店舗用クライアント13、自宅のパソコン14、インターネット携帯電話15のいずれからでも、サーバ10のトータルビューティーサイトにアクセスし、メイクアップシミュレーションを実行させること
30 ができる。メイクアップシミュレーションの詳細については後に詳述する。消費者がトータルビューティーサイトにアクセスしている間の行動はデータ管理部10cにより分析され、データベースに蓄積される。これらデータは消費者の消費行動を理解するための重要な情報になるので、サーバ10からメーカ、雑誌社16等に提供される。なお、カメラ付きのパソコン、カメラ付きのインターネット携帯電話がある場合には、これらから採取した複数の画像をサーバにおくり、サーバ10が3Dフェイスモデルデータを構築するようにしてもよい。以上の説明は、サーバ10がメイクアップシミュレーションを行
40 うものであった。シミュレーション処理は3次元処理を含む高度な処理を行うので、処理能力が高いサーバ10により実行することで、消費者側のパソコンの負担を軽減することができる。なお、店舗用クライアント12がメイクアップシミュレーションを行うようにしてもよい。

【0019】図2はサーバ10の概略構成を示す。図1の会員登録部10aは、図2の会員登録部100、会員データベース101を含む。図1のメイクアップシミュ

レーション部10bは、図2の3Dフェイスモデルデータ受信部102、3Dフェイスモデルデータベース103、メイクアップシミュレーション提供部104を含む。図1のデータ管理部10cは、図2のユーザ情報分析部105、管理データベース106、情報処理部107、送受信部108を含む。

【0020】メイクアップシミュレーションを行うには、まず会員登録を行う必要がある。店舗用クライアント12あるいは自宅のパソコン14から会員登録要求をサーバ10に送る。会員登録要求を受けて、会員登録部100は会員情報を会員データベース101に書き込む。

【0021】店舗用クライアント12から送られてきた3Dフェイスモデルデータは、受信部102により受信され、3Dフェイスモデルデータベース103に格納される。店舗用クライアント12、13あるいは自宅のパソコンからシミュレーション提供要求がサーバ10に対して送られると、メイクアップシミュレーション提供部104は要求が会員からのものであるかどうか判別し、会員からのものであるときは要求内容を分析し、当該会員のデータをデータベース103から読み出して当該要求に対応するシミュレーションを行い、要求者に対して提供する。

【0022】一方、消費者がこのトータルビューティーサイトにいる間に行った行動、例えば、シミュレーションの内容、特定の商品のクリック、バナー広告のクリック等は、ユーザ情報分析部105により分析され、消費者の消費行動として整理されて管理データベース106に格納される。メーカー等からの情報提供の要求を送受信部108が受けると、情報処理部107が管理データベース106から所定のデータを読み出すとともに、要求内容に応じた加工を施して要求元に送信する。ユーザ情報分析部105、情報処理部107の動作の詳細は後述する。

【0023】図3は、店舗用クライアント12の構成を示す。店舗用クライアント12は、複数のカメラ1a、1b、・・・、3Dフェイスモデル生成部2、メイクアップシミュレーション部3、表示部4、表示部上に設けられたタッチパネル4a、3Dフェイスモデルデータを格納するデータベース5、マウス等のポインティングデバイス6、サーバ10あるいはインターネット11と接続するための通信手段7を備える。3Dフェイスモデル生成部2は、対応点検索部2a、三次元形状認識部2b、幾何学的計算部2cを備える。これらの動作の詳細は後述する。

【0024】図4は、表示装置4を示し、符号4bの部分には消費者の3次元画像が表示され、タッチパネル4aにはカラーあるいはパターンのパレットが表示される。この表示装置4には3次元画像が表示されるので、リアルなメイクアップシミュレーションを体験すること

ができる。例えば、タッチパネル4aによりワンタッチでどんなメイクにも対応することができる。パーティーメイク、通勤メイク等のさまざまなシーンに対応したメイクパターンを用意しておき、ワンタッチで自分の顔に再現できる。あるいは、マニュアルでメイクシミュレーションを行うことができる。なお、これらのシミュレーションは、3Dフェイスモデルデータをサーバ10に送った後は、自宅のパソコンからでも可能である。

【0025】メイクアップシミュレーション

メイクアップシミュレーション提供部104、メイクアップシミュレーション部3によるシミュレーションの内容について説明する。このシミュレーションによれば、3D情報に基づいて、化粧、エステ、洋服、香水、小物類、アクセサリ、ヘアスタイルなどのシミュレーションが可能である。また、後述のモーフィング技術を用いて、自分を気に入ったモデルに似せるための情報を得ることができる。例えば、自分と気に入ったモデルの間の中間の画像をモーフィング技術で作成し、希望の画像を選択する。選択された画像が自分から何%、モデルから何%の位置にあるかを調べることもできる。なお、本シミュレーションによれば、顔(頭部)ばかりでなく、全身についてもシミュレーション可能である。

【0026】次に、シミュレーションのいくつかの具体例を説明する。顔の美形度や老化度などを診断したり顔を識別するシミュレーションについて説明する。顔における肌の性状と凹凸を反映するところの明暗の状態、つまり明領域と暗領域の状態を分析することで、美形度や老化度などをかなりの程度で客観的に評価したり、個人の顔の識別を行ったり、情動の判定と定量化などに有用な表情の客観的評価を行ったりできる。

【0027】各個人の顔にはその個人に特有な明領域乃至暗領域の形状やその乱れなどの状態がある。このことから、明領域乃至暗領域の形状やその乱れなどに基づくことにより、各個人の顔の識別が可能であることを意味する。また、明領域乃至暗領域の形状は、それへの着目の仕方により、そこに表情の変化に伴う変化を見ることができる。つまり表情には表情筋の収縮や弛緩が伴うが、この表情筋の変化は顔における凹凸の変化つまり明領域乃至暗領域の変化をもたらす。したがってこれに着目することで表情という曖昧なものについても、それを定量化し客観的評価を行うことが可能となる。

【0028】そこで、顔を明暗的に加工した判定用顔画像を用いる。そのためにまず判定対象の顔を撮像して顔画像を得る。次いでこの顔画像に画像強調処理、特に明暗に関する画像強調処理を施すことにより、明るさに関して区別した複数の領域で表される判定用顔画像を作成する。それから判定用顔画像における前記領域の輪郭形状やこれら領域間の境界の状態に基づいて顔の美形度や老化度などの各目的事項について顔の判定を行なう。

【0029】また、しわ取り手術を施す前の顔について

の判定用顔画像と、しわ取り手術を施した後の判定用顔画像とを比較することにより、老化度の判定を行うことができる。以上の手順によれば、エステや化粧のシミュレーションを行うことができる。

【0030】次に、顔画像を修正する手順について説明する。まず希望顔を決定し、この希望顔の画像に対し、原顔画像を画像処理で近づけることにより、希望顔に対する相似レベルの異なる複数の修正候補顔の画像を作成し、次いでこれら複数の修正候補顔の画像から選択することで修正顔画像を得る。希望顔の決定にはモデル顔を用いることができる。モデル顔には、好みのタレントや俳優などの顔を用いることができる。

【0031】まず希望顔を決定する。希望顔の決定は、例えばメイクアップ・インストラクターが被化粧者に化粧の仕方を指導する場合であれば、インストラクターが被化粧者にその望みを聞くなどしてなす。また希望顔の決定にはモデル顔を用いることができる。モデル顔には、被化粧者が好きなタレントや俳優などの顔を用いることができる。

【0032】希望顔を決定したら、次に希望顔を基にした想定化粧顔、つまり好ましい化粧を施すとして想定される化粧顔の画像を作成する。それには被化粧者の顔の画像に形状融合などの画像処理を加えることで被化粧者の顔と希望顔とを混合して近づける処理を行なう。それから、この想定化粧顔から被化粧者が望ましいと思う理想化粧顔を決定する。具体的には、上記画像処理により希望顔との混合率乃至相似レベルの異なる複数の想定化粧顔の画像が得られるので、その中から好ましいものを、化粧で求め得る相似レベルの範囲内で、理想化粧顔として選択する。これにより最終的に得られると予想される理想的な化粧顔が事前に与えられることになる。つまり被化粧者は、短時間で最終的な化粧の仕上がり状態を知ることができる。このように化粧の仕方の基になる希望顔を決め、これに関して理想化粧顔を求めることにより、短時間で最終的な化粧の仕上がり状態を提示できる。

【0033】以上のような化粧のシミュレーション過程により理想化粧顔が決まったら、この理想化粧顔から化粧の仕方を導く。つまり理想化粧顔にするための例えば眉毛を剃るべき部位、眉毛を書き入れる部位、アイライナーとアイシャドーを書き入れる線や範囲、アイシャドーの色、口紅を書き入れるべき範囲、それにファンデーションの塗り分け方などの一連の化粧の仕方を予め設定してある化粧プログラムにより導く。そしてこの化粧の仕方に基づいて被化粧者の顔に化粧を施す。この結果、理想化粧顔つまり事前に被化粧者が納得している化粧状態を正確に被化粧者の顔に実現することができる。すなわち被化粧者が望みとする化粧を自在に施すことができ、しかもその化粧を短時間でなうことができる。

【0034】上記のように本発明の化粧方法は、希望顔

つまりモデル顔を基にして理想化粧顔を画像処理により作成することに特徴があるが、このようにするには、被化粧者の現在の顔とモデル顔とを画像処理により混合して近づける得るようにすることが重要なことになる。以上の手順によれば、顔画像の高度な修正を短時間で簡単に行なうことが可能となる。また、被化粧者が望みとする化粧を短時間で自在に施すことが可能となり、多種多様な化粧品による化粧の可能性を有効に活用できるようになる。

【0035】次に、美容院、化粧販売、美容学校における化粧顔画像のシミュレーションについて説明する。化粧シミュレーション描画を行うソフトウェアでは、個々の個所をメイクして顔全体のメイクを完成させる方法がとられている。それも、求めるメイクの形を張り合わせる手法である。たとえば、眉毛は、眉の形を選びそれを単に顔画像の眉の大きさに合わせて元の眉の上に張り合わせる方法が使われている。唇に口紅を塗る場合も同様に、あらかじめ用意された型を張り合わせる手法などが用いられている。

【0036】モデルのメイクとして眉、唇への口紅、肌へのパウダー（ファンデーション、アイシャドウ、頬紅等を含む）、およびカラーコンタクトの描画を行う。それぞれの描画は以下のように行う。

・眉……眉の領域を定義し、眉領域の元も眉毛を剃り落として周辺の肌色を描画する。眉型を選び、その眉型を眉領域に描く。このとき、眉領域の画素単位に処理し、眉を一定の計算式に従って眉毛を描いていく。

・口紅……口紅を着ける唇領域を定義し、唇領域に選択した口紅色を塗る。この場合、描画処理は色相、明度、彩度の3原色で行い、唇領域を口紅の色相に置き換え、なおかつ元の唇の明度と彩度を口紅の明度と彩度に変換し、唇領域に口紅の描画を行う。またこのとき、ツヤ出しなどの操作を行う。さらに唇と肌の境界線付近では肌と唇の境が連続的な色になるようにする。

・肌のパウダーメイク……肌のカラー値とパウダーのカラー値を指定した比率で混ぜ合わせて描画する。なお、パウダーメイクにはファンデーション、アイシャドウ、頬紅等のメイキャップを含む。

・カラーコンタクト……カラーコンタクトをはめ込む位置（カラーコンタクトのカラー部分を描く位置）の定義をしたのちに、カラーコンタクトのカラー値と虹彩のカラー値をある比率で混ぜ合わせて表示する。

【0037】以上の方法でメイキャップしたモデルに対して、メイキャップ情報として以下のものを記録しておく。

・眉……眉型、眉の色（カラー値）、顔に対応する相対的な位置と大きさ

・口紅……口紅のカラー値、ツヤ出し度

・パウダー……画素ごとのパウダーのカラー値と塗られた濃さ

・カラーコンタクト……カラーコンタクトのカラー値および、

・顔画像定義点

【0038】一方、ユーザーの顔画像に選択したモデルのメイキャップを施す処理は以下の手順で行う。まず、前段階として、デジタルカメラなどでユーザーの顔画像をコンピュータに取り込み、モデルに設定されていると同じ形態でユーザーの顔画像の定義を行う。以下、モデルのメイキャップと同じメイキャップの属性値を取り込み、定義したユーザーの顔画像に施す。メイキャップは各個所によって異なるが、眉、口紅、カラーコンタクトについては、モデルに施してあるメイキャップの素材を使い、モデルで描画した方法に準じてユーザーの顔に描画する。しかしパウダーは、場所場所によって濃さやパウダーの種類が異なる可能性があるために、モデルとユーザーの顔画像の各画素の対応を取り、ユーザーの顔画像にメイクしていく。具体的にはモーフ技術を用いて、ユーザーの顔画像の画素がモデルの顔画像の画素のどの部分に対応するかを算出し、モデルの画素に施されたと同じパウダーをユーザーの肌属性の各画素に施す。

【0039】画面に表示される複数のモデルの顔画像（同じモデルでもメイクが異なるときは別メニューとして表示）を選ぶと、メイキャップ属性から眉、口紅、カラーコンタクトについてはモデルのメイクで説明した方法で自動的にメイクされる。しかし、パウダーについては画素ごとにメイクが異なるので、モーフ技術を利用してメイクを行う。モーフ技術にはワープとディゾルブの2種類がある。前者は、ある形態から別の形態に形状を変えるときに、対応する点を求めて変形させるやり方であり、後者は、変形前の色と変形後の色をある比率で混ぜ合わせることによって変形させる方法である。本発明のパウダーの描画にはワープを利用する。

【0040】化粧と一言でいって、どのような化粧をすればよいか、なかなかわからないものである。このようなときに、モデルのメイキャップが手助けとなる。予めいくつかのモデルを登録しておけば、モデルを選択するだけでモデルと同じメイキャップがユーザーの顔画像に施されるから、自分の望むもの、あるいは自分に似合いそうなモデルのメイキャップを選んで数多くのメイキャップを試みることができる。

【0041】モデルの顔画像に施されたメイキャップがユーザーの顔画像に単に移植されるだけでなく、ユーザーの顔の輪郭や肌の特性をそのまま活かした状態でメイキャップされるために、同じメイキャップでも異なった印象を表現することができる。たとえば、白い肌のモデルに施したパウダーと、日焼けしたユーザーの肌が施したパウダーでは、パウダーの映え方が違う。したがって、自分に合ったメイキャップはどれかを、実際に画面上でシミュレートして探すことができる。

【0042】ユーザーの顔画像はイメージデータ入力装

置でコンピュータに取り込み、最初に一度だけ顔領域の定義をしておけば、何度でもモデルを替えてシミュレートできる。また、夏に取り込んだ顔画像と冬に取り込んだ顔画像では、肌の色や唇の状態、あるいはその時々表情が異なる。このような違った状態での顔画像に対しても、本発明は元の顔画像の特性をそのまま活かした形でメイキャップするために、同じ自分の顔画像に同じメイキャップ（同じモデルの選択）をしても、その時々状態でのメイキャップの効果を確かめることができる。たとえば本発明の唇に口紅を描画する方法は、唇の皺や影などがそのまま口紅を着けたあとも表現されるので、冬の唇の荒れた時期と夏の瑞々しい唇とでは、口紅の効果が違うことが確かめられる。とくに肌の場合には、夏と冬では肌の色に差があるために、パウダーの種類によってその効果が異なる。このように、本発明の自動メイキャップはユーザーの顔の状態で化粧の乗り具合が違うことが、直接画面上で確かめることができる。したがって、四季それぞれの、その時々顔画像を用いることによって、場合に応じた化粧を、多くのモデルのメイキャップを自分の顔画像に施すことによって短時間に見つけ出すことができる。

【0043】ユーザ情報分析部

次に、ユーザ情報分析部105、情報処理部107について説明する。これらは次のような処理を行う。

(1) 消費者のWeb閲覧情報（クリック数等）の全てを統計する。

(2) 閲覧情報を解析し、購買情報でなく興味情報を解析する。

(3) 購買情報と総合し、商品嗜好情報の新しい形を提供する。

(4) 年齢別情報や地域情報等の情報と併せて解析する。

【0044】ユーザ情報分析部105は、会員データベース101の内容に基づき、ユーザーデータの全体像を俯瞰するためのデータを抽出し整理して提供する。登録ユーザーの全体集計を行って、登録者総数、性別の比率、年齢層の分布、居住エリアの分布などの基本的な項目について、ユーザー特性をつかむ。アンケートへの協力の度合い、ホームページでの商品購買頻度など、ユーザーの行動履歴を組み合わせて読むことで、どの層がターゲット層であるを知ることができる。

【0045】ターゲット層のイメージが明確になれば、サーバ10により提供されるトータルビューティーサイトのコンテンツの作り方、語り口、商品の品揃えなどの基本要素をそのターゲット層の嗜好に適合させていくことで、ビジネスを効率よく進めることができる。また、女性を狙っていたのに、思った以上に女性の登録者が少ないなど、問題点も浮き彫りになってくる。その場合は、女性が多くアクセスしている情報サイトにバナー広告を重点出稿してみる、といった対策につなげることが

できる。

【0046】トータルビューティーサイトで扱っている商品の中で、最も適した商品の情報を前面に出すなど、グループ属性に特化したメールマガジンの原稿を複数用意して、グループごとに発送することも考えられる。一律に同じ文面のものよりも、より高い効果が期待できる。

【0047】ユーザ情報分析部105は、アクセス分析を行う。「アクセス分析」はどれだけの人数がそのサイトを訪れたかについて測定するもっとも基本的な分析である。サイトを店に例えるならば、来店者数にあたる。曜日、時間によって来店者の増減はどうなっているのか、玄関だけ覗いて帰っていった人の数や、各コーナーごとの顧客の数など、さまざまな視点での分析が可能である。

【0048】アクセス分析は、HIT数、PV（ページビュー）、訪問者数の三つの指標で行われる。HIT数は、そのサイトに対してどれだけの「データ数」の送信要求がされたかという数値である。ここでいう「データ数」の単位は、コンピュータ上でのデータファイルの数である。ホームページページでもその中にグラフィック情報が多くあるとその分HIT数は多くなる。逆に一ページの中に非常に多くの情報がぎつり詰まっても、それがテキストのみの一ファイルならば、あくまでHIT数は「1」とカウントされる。

【0049】より実感に近い指標はPV（ページビュー）という指標である。そのサイトで延べ何ページのホームページが見られたかを表わす。情報量が多くても少なくとも同じ1PVになるという欠点はあるが、バナー広告のようにページ単位で露出する広告の媒体価値や効果測定指標としては標準的なものである。

【0050】そのサイトのトップページだけのPVの数を訪問者数という場合がある。PVはあくまで延べ視聴ページ数なので、何人の人がそれを見たかについては把握できない。それを補うための指標である。もちろん一人の人が何度もトップページにアクセスした場合はその分もカウントされてしまうので、ここでの訪問者数はあくまでも概数である。

【0051】より正確なアクセス人数を測定するためには、「クッキー」や「登録システム」といった方法を使う必要がある。

【0052】クッキーは、行動分析を可能にするだけでなく、ワン・トゥ・ワンマーケティングのためにも有効な方法となる。クッキーを使うことで、同一の人（正確にはブラウザー）がサイト内でどのような行動を行ったかの追跡が可能になる。

【0053】たとえば、メイクアップシミュレーションにおいて、口紅のシミュレーションを利用した消費者は、それを利用しなかった人よりも口紅のカatalog請求の比率が顕著に高いという傾向がわかったとする。この

傾向をうまく利用すれば、ターゲットに対する効果的なアプローチが可能となる。口紅のシミュレーションを利用した人に対して、カタログ請求のページを強制的に見せることができれば、その応募比率を飛躍的に向上させることができる。

【0054】クッキーを利用することで、その人の行動や嗜好に添った形で情報をカスタマイズして提供することが可能になる。以上のようなことを実現するためには、サイト側にクッキーを発行するための機能とデータベースの機能が必要である。

【0055】クッキーを使ったパーソナライズは、個人を完全に特定できないが、登録システムはその点を克服することができる。住所、電話番号、電子メールアドレスと氏名を予め登録し、トータルビューティーサイト専用のIDやパスワードを発行しておく。会員になった人はアクセスのつどID、パスワードを入力して、会員専用のページに入っていく。

【0056】サイト側から見れば、ログインさせることで、それ以降の人が、どのページに行き、どのような行動をしたかをすべて捕捉することができる。同時に、ログインした時からその個人専用のページを表示させることも可能である。登録時に自分のほしい情報分野をアンケート形式で回答させ、その個人の興味にあったニュースをページに配信することができる。登録時の情報だけでなく、その個人がサイトの中のどのコーナーをよく見ているかといった行動情報から、その個人の嗜好を推察し、それにあった情報を提示することができる。

【0057】3次元フェイスモデル生成部

3次元フェイスモデル生成部2について説明する。画像処理のひとつとしてモーフィング(Morphing)が知られている。モーフィングとは、米国のハリウッドで開発されたコンピュータグラフィックス(CG)技術であり、2つの異なる画像、例えば、二人の人物の顔の画像があるとき、一方の画像から他方の画像へ徐々に画面を変化させること、及びそのような一連の画像を提供する技術である。モーフィングにより、例えば、白い虎が若い女性に変身していくような一連の画像が得られる。

【0058】2つの画像A、Bが与えられたとき、モーフィング処理は概ね次のように行われる。まず、画像A内の特徴点(feature point)と画像B内の特徴点との対応関係(例えば、目と目、鼻と鼻)を求めることがなされる。この作業は、通常は、作業者によりなされる。対応関係が求められれば、画像Aの特徴点pを、時間をかけて画像Bの特徴点qに少しずつ変化させていく。すると、前述のような一連の画像が得られる。

【0059】CGにおいては、一般に画像は多数の三角形の要素からなる。したがって、モーフィングは、画像Aの特徴点pの三角形を、画像Bの特徴点qの三角形に対応関係を維持しつつ変形することにより行われる。このことを、図15を参照しつつ説明する。この図において、

三角形Aが画像Aの一部であり、三角形Bが画像Bの一部であるとする。三角形Aの頂点p1, p2, p3は三角形Bの頂点q1, q2, q3にそれぞれ対応する。三角形Aを三角形Bに変換するには、頂点p1とq1の差分、頂点p2とq2の差分、頂点p3とq3の差分を求めて、これら差分を三角形Aの各頂点p1, p2, p3にそれぞれ加えればよい。これら差分のすべて(100%)を加えることにより、三角形Aが三角形Bに変換される。ところで、これら差分のすべてではなく、その一部、例えば、その30%、60%を加えることも可能である。この場合、三角形Aと三角形Bの中間の図形が得られる。例えば、図15において、三角形A、は差分の30%を加算した場合の模式的例であり、三角形B'は差分の60%を加算した模式的例である。

【0060】図5は、3Dフェイスモデルの生成方法の処理の概略を示すフローチャートである。図3の複数のカメラ1a, 1b, ...により得られた各画像データ(信号)は、正面画像生成部2に入力される。正面画像生成部2において、対応点検索部2aが、前記複数の画像を解析して相互に対応する対応点を検索する。これら対応点を三次元形状認識部2bが解析して対象物の三次元形状を認識する。その認識結果に基づき視線を設定するとともに、設定された視線に基づきデータに幾何学的変換を行うあるいは変形することにより、あたかも鏡を見るかのような正面画像を生成する。これら各処理については後に詳しく述べる。なお、カメラ1は複数であれば良く、2台、3台、4台、あるいはそれ以上であってもよい。実用性の観点からは、2台あるいは3台が望ましいと考えられる。

【0061】図6及び図7に基づき、正面画像生成部の処理をさらに詳しく説明する。図6は、板状の液晶表示装置(LCD)4の左上端と下辺中央にそれぞれカメラ1を備える3D画像撮影装置の模式図を示す。LCD4のほぼ中央を通る法線上に対象物100が配置される。通常はこの位置に使用者の顔が位置するが、説明の便宜上、四角錐を例にとる。四角錐100をカメラ1a, 1b, 1cにより撮像すると、図7の100a, 100b, 100cのような画像がそれぞれ得られる。画像100aはカメラ1aによるもので、LCD4から見て、四角錐100を左から見た画像である。画像100bはカメラ1bによるもので、四角錐100を右から見た画像である。画像100cはカメラ1cによるもので、四角錐100を下から見た画像である。比較的近接した異なる視点から見た少なくとも2つの画像があれば、いわゆるステレオ視に準じた幾何学的計算処理によって複数の二次元画像から唯一の三次元形状を認識することができる。この処理をコンピュータに行わせるためには、特徴点を特定する必要がある。この例では、四角錐100の各頂点が選択される。各画像において特徴点が特定されると、これら特徴点のうちで互に対応関係が求められる。このようにして、四角錐100の同じ部分が、各画像でどの位置にあるかが解析される。この解析に基づき、四角錐100

の三次元形状が認識される。画像100aによれば、頂点が左側にあるから四角錐100はカメラ1aの左側にあることがわかる。このようにして、三次元形状が認識される。そこで、視点を例えばLCD4のほぼ中央に設定し、この視点に基づき四角錐100を見た画像を生成する。例えば、図7の画像100が得られる。

【0062】図3の信号処理部3は、正面画像生成部2から上述のように処理された正面画像を受けて、各種処理を行う。つまり、表示（反射）時に、さまざまな処理・加工が行われる。例えば、ズーム処理、及びワイド処理である。鏡に映った全体の画像のうちの所定の部分を瞬時に拡大・縮小する処理である。どの部分を拡大・縮小するか、どちらの処理を選択するかなどは、例えば、マウス等のポインティングデバイス6により指定される。LCD4の表面がタッチパネルであれば、画像の任意の部分に触れることにより、その部分を瞬時に拡大・縮小することが可能である。

【0063】図3の装置の形態として、図8に示すものが考えられる。LCD4の周囲に3つのCCDカメラ1a、1b、1cが設けられている。また、LCD4の背面には、正面画像生成部2及び信号処理部3として機能するコンピュータが設けられている。これらは一体のケースに収納されている。

【0064】次に、この発明の実施の形態の装置／方法の全体処理の概略について述べる。図5のフローチャートによれば、まず、2つ以上の異なる視点から見た2つ以上の画像A、B、・・・を得る（S1）。次に、画像Aと画像Bの間で特徴点の対応関係を求める（S2）。特徴点として、エッジ、コーナ、テクスチャ・・・などが考えられる。画像Aと画像Bの間で対応関係にある特徴点の移動量を求める（S3）。これらの処理により、モーフィング処理に必要な特徴点の抽出及びその移動量（変化量）を求めることができる。

【0065】この発明の実施の形態では、さらに三次元物体の画像をモーフィングするための描画装置／方法についても説明する。三次元物体の画像を描画するためには、空間におけるその物体の位置を求めなければならないが、この描画装置／方法によれば三次元位置を直接扱うことなく、三次元物体の画像の描画が可能になる。

【0066】その動作原理について、図9及び図10を用いて説明する。図9（a）（b）に示すように、ある空間に円錐201と立方体202が配置され、これらを2台のカメラ1a、1bで撮影しているとする。これらカメラ1a、1bの視点は異なるから、これらにより得られる画像も異なる。これらカメラ1a、1bにより、図10（a）、（b）の画像が得られたとする。これらの画像を比較すると、円錐201及び立方体202の位置が変化していることがわかる。円錐201の相対位置変化量をy、立方体202の相対位置変化量をxとすると、図10から、 $x < y$ であることがわかる。この大小関係は物体とカメラの間の距離に関係

する。移動量が多いとき、その特徴点はカメラから近い位置にある。一方、移動量が小さいとき、その特徴点はカメラから遠い位置になる。このように移動量に応じて距離がわかる。そこで、特徴点を、その移動量に応じて分類（ソーティング）し（S4）、移動量が小さなもの（遠くにあるもの）から順に画像を書き込んでいく（S5）。すると、近くにあるものは上書きされるので表示されるが、遠いもの（隠れる部分）は上書きにより消されるので見えない。このように奥行き情報を用いることなく、三次元空間画像を適切に再現できる。

【0067】図3乃至図8の装置は、カメラ1により得られた画像を図5のように処理することにより、カメラ1の視点とは異なる視点から見た画像を表示することができる。例えば、右から見た顔、左から見た顔、及び下から見た顔の画像から、正面から見た顔を画像を表示することができる。また、右から見た顔と左から見た顔にモーフィング処理を適用することにより、あたかもカメラの視点を連続的に移動したかのように、さまざまな角度から見た顔を表示することができる。図3乃至図8の装置は、いわば、デジタルミラーとして用いることができる。

【0068】あるいは、図3乃至図8の装置は、実際の窓を模擬するデジタルウィンドウとして用いることもできる。液晶テレビにさまざまな風景を表示することにより、実際の窓に代えて表示装置を用いることができる。この発明の実施の形態の装置／方法を用いると、人の位置すなわち視点の位置を知ることができるので、視点の位置に合わせて表示を変えることにより、より実感的な風景表示が可能になる。例えば、図11に、液晶表示装置（デジタルウィンドウ）Wがあり、その前にひとりの人がいるとする。図11（a）のように、仮想空間中に円錐と立方体が配置され、この様子が液晶表示装置Wに表示されるとする。その人の位置がbのとき、液晶表示装置W上に図11（b）のような表示がなされ、位置がcのとき、図11（c）のような表示がなされる。このように、視点の位置に応じて適切な画面が表示されることにより、あたかも実際の窓のまわりで頭を巡らしているような感覚を得ることができる。

【0069】上記デジタルミラー及びデジタルウィンドウの処理において共通するものとして、複数の画像間で特徴点の対応関係を求めることにより、三次元空間内の物体の位置を求める処理がある。しかし、デジタルミラーにおいては、三次元位置の測定精度が表示される画像の精度に直接関係するため、位置測定精度は高い方が望ましいものの、デジタルウィンドウにおいては、視点の位置が多少ずれてもさほど違和感を生じないため、デジタルミラー程度の位置測定精度は要求されない。ここで、デジタルミラー用の処理装置／方法をフェイシャルイメージジェネレータと名づける。以下、これについて詳細に説明する。

【0070】フェイシャルイメージジェネレータは、3つのカメラを用いて、制約条件として適する3焦点テンソル (trifocal Tensor) を用いて処理を行う。シーナリイメージジェネレータは、2つのカメラを用いて、制約条件としてエピポーラジオメトリーを用いて処理を行う。3つのカメラを用いることにより、平面对平面对は対応が難しかったが、3つのカメラの空間的制約条件を取り入れることにより対応点検索を自動化できたのである。

【0071】フェイシャルイメージジェネレータ

3つのカメラから視点の異なる3つの画像を得て、これら処理する場合を例にとり説明する。視点の異なる3つの画像が、3つの特徴点検出器10a~10cに入力される。特徴点検出器10a~10cは、注目点 (interest point) とも呼ばれる特徴点のリストを出力する。三角形や四角形のような幾何学的形状であれば、その頂点が特徴点となる。通常の写真画像における、明確に区別可能なテクスチャを有する非常に鮮明な注目点は、特徴点のための良い候補である。

【0072】相関ユニット11a、11b及びロバストマッチングユニット12は、シード (Seed) 発見ユニットを構成

$$\frac{\sum_i (I(x+i) - \bar{I}(x)) (I'(x+\Delta+i) - \bar{I}'(x+\Delta))}{(\sum_i (I(x+i) - \bar{I}(x))^2 \sum_i (I'(x+\Delta+i) - \bar{I}'(x+\Delta))^2)^{1/2}}$$

【0075】ここに、 $I^{\wedge}(x)$ および $I^{\wedge'}(x)$ は、 x を中心として与えられた一定処理範囲に対するピクセル輝度の平均である。

【0076】次に、ロバストマッチングユニット12により、相関ユニット11によるステレオマッチングの結果が、単一の三眼マッチに統合される。ロバストマッチングユニット12は、相関ユニット11から潜在的な三眼マッチの注目点リストを受けて、信頼性の高い三眼マッチの注目点リストを出力する。三つの画像中における各々の三眼マッチは当初はランダムサンプリングに基づきながらも、三眼マッチ以外のものを取り除くため、三視野拘束の12の成分を評価することで、統計学的に有意に処理される。同一の対象を3つカメラが撮影し、異なる視野の3つの画像が得られたとき、3つの画像それぞれにおけるその対象の同一の点 (例えば、特徴点) の位置は、所定のルールに従い、その対象物の位置及びカメラ位置・カメラ方向から一意に定められる。したがって、相関ユニット11により得られた三眼マッチの注目点リストについて、それぞれがそのルールを満足するかどうか調べることにより、正しい三眼マッチの注目点リストを得ることができる。

【0077】ここで、 $u = (u, v)$ 、 $u' = (u', v')$ および $u'' = (u'', v'')$ を、三眼マッチの正規化された相対座標とすると、三視野拘束を満足する三眼リストは、以下のような、 t_1 ないし t_{12} の12個の成分により決定される条件式を満たす。

する。これは、信頼性の高い初期的な三眼マッチ (trinoocular match: 3つのカメラ位置からなる制約条件) の集合を見出すためのものである。これは、注目点の三つのリストを受けて、シードマッチと呼ばれる注目点の三眼マッチのリストを出力する。相関ユニット11a、11bは、仮の三眼マッチのリストを確立する。ロバストマッチングユニットは、三つの視野の幾何的拘束に適用し用いて、信頼性の高いシードマッチのリストを完成させる。

【0073】相関ユニット11a、11bの動作について説明する。これらのユニットは、三つの画像間での三対の各々に対して処理を行う。対応関係を求めるために、ZNCC (ゼロ平均正規化相互相関) 相関測度が用いられる。ZNCC相関測度は、対象の大きさが画像間で多少異なっていたり、画像が多少変形しているときでも、画像間の対応関係を求めることができる。このため、ZNCC相関測度がマッチングシードのために用いられる。

【0074】シフト量が $\Delta = (\Delta x, \Delta y) T$ である点、 $x = (x, y) T$ における $ZNCC_x(\Delta)$ は以下のように定義される。

【数1】

【数2】

$$\begin{aligned} t_4 u + t_8 v + t_{11} u' + t_9 u'' &= 0, \\ t_2 u + t_6 v + t_{11} v' + t_{10} u'' &= 0, \\ t_3 u + t_7 v + t_{12} u' + t_9 v'' &= 0, \\ t_1 u + t_5 v + t_{12} v' + t_{10} v'' &= 0. \end{aligned}$$

次に、カメラ方向の自動決定ユニット12について説明する。第1の画像乃至第3の画像を得るための三つのカメラが先験的に固定されているとしても、その方向は依然として可変であるので、従来のオフラインキャリブレーションをここに適用することは困難である。そこで、カメラ方向の自動決定ユニット12は、マッチ伝播の処理に拘束条件を与えるために、カメラ方向を決定する。すなわち、カメラ方向の自動決定ユニット12は、ロバストマッチングユニット12からシードマッチの注目点リストを受けて、カメラシステムの方向を出力する。

【0078】カメラ方向の自動決定ユニット12の基本的な観念について説明する。まず、全ての三視野内部 (inlier) マッチを用いて、三視野拘束 t_1, \dots, t_{12} が最適に再計算される。後に使用するための三視野拘束からの直接的なカメラ方向の引き戻しは、アフィンカメラ (affine camera) の問題が、1D (一次元) 射影カメラの問題に分解可能であるされるという独自の観察に基づいてなされる。

【0079】当業者にとって、L. Quan and T. Kanade

"Affine structure from line correspondences with uncalibrated affine cameras." IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 19

(8) : 834-845, August 1997に最初に導入された、良い1D射影カメラのモデルが、通常のアフィンカメラにとって平面上の無限遠に表れることは明らかである。全ての方向の量が、平面上の無限遠に埋め込まれ (embedded) ており、したがって、1D射影カメラによりコード化されている。1Dカメラは、その3焦点テンソル T_{ijk} (強い制約条件の基になる) であって、 $T_{ijk} u^i u^j u^k = 0$ であるような T_{ijk} により完全に定められている。

【0080】上記観点から、本発明の実施の形態のカメラ方向の決定手順は次のように定められる (図6参照)。S11 2Dアフィンカメラを、1D射影カメラに変換する。これには、テンソル成分の間で、 $4(a-1)+2(b-1)+c$ により定義されるテンソルベクトル写像を用い、三視野拘束成分により、 t_i により表わされるアフィンカメラの三組 (triplet) を、 $Tabc$ により表わされる1Dカメラの三組に変換される。S12 その上の極 (エピポール: epipole) を取り出す。1Dカメラのエピポールは、たとえば、 $ABS(T_{jke2})=0$ (ABS は絶対値記号) を、エピポール $e2$ および $e3$ について解くことによりテンソルから取り出すことができる。他のエピポールは、同様に、マトリクス $T_i \cdot ke^j$ を、 e^j 1および e^j 3について因数分解 (factorizing) し、かつ、マトリクス $T_{jk} e^j$ を、 e^j 1および e^j 2について因数分解することにより得ることができる。S13 カメラマトリクス $M' = (H, h)$ および $M'' = (H', h')$ 、並びに、カメラ中心 c, c' および c'' を決定する。まず直接的に $h = e^j$ 1および $h' = e^j$ 1とする。カメラマトリクスの相同部分は、 $T_{ijk} = H^i h^j h^k - h^j H^i k$ から決定される。次いで、カメラ中心および2D射影を復元することで、その核 (カーネル) としてカメラマトリクスから決定され得る。S14 射影構造を更新する。アフィンカメラの既知のアスペクト比は、疑似画像面上の環状点 (circular point) の既知のものと等価である。平面上の無限遠での絶対円錐 (absolute conic) の双対 (dual) は、各アフィン画像の環状点の視線 (viewing rays) が、カメラ中央を経て絶対円錐に接することを調べることにより、決定することができる。S15 カメラ方向のパラメータを決定する。絶対円錐をその正規位置 (canonical position) に変形することは、全ての射影量を、その真の対応するユークリッド量に変換することになる。ユークリッド空間でのカメラ中央は、アフィンカメラの方向を与え、かつ、アフィンエピポラー幾何 (affine epipolar geometry) は、その上の極 (epipoles) から推定される。

【0081】次に、三つの画像中のマッチの最大数を予測するための、幾何的拘束によるマッチ伝播器14について説明する。このユニット14は、カメラ方向の自動決定

器13からシードマッチの注目点リストおよびカメラ方向パラメータを受けて、三つの画像の稠密なマッチングを出力する。

【0082】初期シードマッチが得られた後、この初期シードマッチからマッチ伝播の最初の推定を領域成長法を使って行う。この発明の実施の形態において、領域成長がマッチ成長に適用され、相関スコアに基づく類似測度が利用される。伝播による領域拡大は、テクスチャの局所最大値をシードマッチさせる方向で行われ、強いテクスチャを有するが局所最大ではないその近傍まで拡張され得る。

【0083】全ての初期シードマッチは、同時に伝播を開始する。各ステップで、最大のZNCCスコアをもつマッチ (a, A) が、シードマッチの現在の組から除去される (S21)。次いで、その"マッチの近傍"における新たなマッチを見出すと同時に、全ての新たなマッチが、現在のシードの組と、構造の下で、受け入れられたマッチの組とに加える (S22)。画素 a および A の近傍は、 a および A を中心とする 5×5 のウィンドウ内の全ての画素を取り、マッチング結果の連続的な拘束を保証する。第1の画像中の近傍画素の各々に対して、第2の画像中の対応する位置の近傍中の 3×3 のウィンドウの全ての画素からなる仮のマッチ候補のリストが構築される。したがって、画素の輝度変化の制限は、1画素を超えない。この伝播処置は、第1の画像から第2の画像、および、第1の画像から第3の画像で同時に実行され、各画像の対の間のカメラ方向によって、この伝播は拘束される。カメラ系の幾何的拘束を満足するもののみが伝播される。さらに、これら二つの同次伝播は、カメラ系の三視野拘束を満足するもののみが保持される。

【0084】マッチングの一致性の拘束 (unicity constraint) および処理の終了は、新たなマッチが受け入れられない時に発生する。マッチングを行う探索範囲は各画素に対して減じられるため、ZNCCのために小さな 5×5 のウィンドウが用いられ、したがって、小規模な幾何的変形は許される。

【0085】悪い伝播のリスクは、全てのマッチしたシード点にわたる全ての最良の最初の計画をも壊す恐れがあるため、細心の注意が必要である。シードを選択するステップは、相関を用いて注目点のマッチングをなす現存する多くの手法とは違う。すなわち、伝播は、最大のものをとるというよりも、むしろ、最も信頼できるものを求めているに過ぎない。これにより、この発明の実施の形態のアルゴリズムは、初期的なマッチにおいて良好でないシードの存在にさらされるおそれが小さい。極端な場合には、興味点の一つの良好なマッチのみが、全てのテクスチャ化された画像へと広がる事も有り得る。

【0086】次に、リサンプリングユニット15について説明する。マッチ伝播器14により得られた稠密マッチングは、依然として、間違いもあり不揃いである。リサン

プリングユニット15は、マッチングマップを正則化するとともに、更なる処理のためにより効果的な画像表現を提供する。リサンプリングユニット15は、マッチ伝播器14から三つの画像の稠密マッチングを受けて、リサンプリングされた三眼マッチのリストを出力する。

【0087】最初の画像は、二つの異なるスケールである 8×8 および 16×16 の正方形グリッドによるパッチに細分される。パッチの各々に対して、稠密マッチングから全ての矩形のマッチした点が取得される。これらは、矩形のこれらマッチした点 $u_i \leftrightarrow u'_i$ に仮に適合されて、潜在的なパッチが見出される。 P^2 中のホモグラフィーは、射影面の間の射影変換であり、 $\lambda u'_i = H u_i$ であるような、同次的 (homogeneous) な 3×3 の特異でないマトリクスにより表わされる。ここに、 u および u' は、同次的な座標において表れる。テクスチャ化された細片は、作られたオブジェクトを除き完全な平面に過ぎないため、パッチに対する推定上の相同は、通常の最小自乗法により推定される。これにより、パッチのマッチした点のいくつか、ほとんどが載っている共通平面上に載っていない場合であっても、信頼性のあるホモグラフィーの概算が提供される。ホモグラフィーに対する一致が75%に達した場合には、パッチは平面と考えられる。第2の画像および第3の画像中の対応するパッチの境界は、第1の画像中のパッチの四隅を、概算されたホモグラフィーHに射影 (マッピング) することにより定義される。このようにして、三つの画像中の対応するパッチが得られる。

【0088】パッチをホモグラフィーに適合させる処理は、まず、より大きなスケールからより小さなスケールまで、最初の画像の全てのパッチに対して繰り返され、最終的に、結果として、全てのホモグラフィーにマッチした平面パッチとなる。

【0089】次に、三視野連携トライアングレーション (三角形分割) ユニット16について説明する。画像の補間は、専ら、深さ情報のない画像の内容に依拠し、可視性の変化およびオクルージョンの影響を受けやすい。三視野連携トライアングレーションは、本質的には、可視性の問題を扱うようにデザインされている。三視野連携トライアングレーション (三角形分割) ユニット16は、リサンプリングされた三眼マッチを受けて、三視野連携トライアングレーション (三角形分割) を出力する。各画像のトライアングレーション (三角形分割) は、その最小の粗さの特性 (minimal roughness property) のため、デローネイ (Delaunay) である。デローネイトライアングレーション (三角形分割) は、マッチした領域をマッチしていないものから分離したいときに、必然的に拘束される。画像のマッチしたパッチの連結された成分の境界は、全ての画像中に現れねばならず、したがって、これら境界は、各デローネイトライアングレーション (三角形分割) に対する拘束となる。

【0090】三視野連携トライアングレーション (三角形分割) は、以下のものとして定義される。

- ・三つの画像中に1対1の頂点の対応がある。
- ・拘束エッジ (constraint edge) は、三つの画像中のマッチした領域の連結された成分の境界エッジである。
- ・三つの画像中に、1対1の拘束エッジの対応がある。
- ・各画像において、三角測量は、拘束エッジによる拘束されたデローネイトライアングルである。

【0091】次に、視野補間ユニット17について説明する。視野補間ユニット17により、任意の中間的な画像、例えば、第1のカメラと第2のカメラの中間の位置から見た画像を得ることができる。中間的な任意の画像は、元の三つの画像から生成することができる。視野補間ユニット17は、三視野連携トライアングレーション (三角形分割) の結果を受けて、 $\alpha + \beta + \gamma = 1$ であるような α 、 β および γ をパラメータとする任意の中間画像工 (α 、 β 、 γ) を出力する。

【0092】視野補間処理は次の手順で行われる。

1. まず、三つの画像から結果として得られる三角形の位置が補間される。
2. 個々の三角形の各々が新たな位置にワープされ、また、歪みの重みが、ワープされた三角形に割り当てられる。
3. 全画像の各々は、そのトライアングレーションからワープされる。探さの情報がないため、各三角形に対するワープの順序は、最大の移動量のものから演繹的になされ、Paiter法のように、生成された画像の同じ位置に写像される任意の画素が、後ろ前の順序で到達することが予想される。全てのマッチしていない三角形には最も小さい移動量が割り当てられ、これらは、任意のマッチした三角形の前に、ワープされる。
4. 最終的なピクセルの色が、3つの重みづけされワープされた画像を混合することにより得られる。

【0093】なお、上述の装置/方法は、三つの画像からフェイシャル画像を生成するために開発されたアイデアと同様のものが、プロセッシングユニットを合理的に変更することにより、二つの画像或いはN個の画像にも拡張することができる。顔の画像以外の他の物体も、同様の手順で処理することができる。

【0094】本発明は、以上の実施の形態に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で、種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることは言うまでもない。

【0095】また、本明細書において、手段とは必ずしも物理的手段を意味するものではなく、各手段の機能が、ソフトウェアによって実現される場合も包含する。さらに、一つの手段の機能が、二つ以上の物理的手段により実現されても、若しくは、二つ以上の手段の機能が、一つの物理的手段により実現されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態に係るシステム全体図である。

【図2】 この発明の実施の形態に係るサーバの概略の構成を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態に係る店舗用クライアントの概略の構成を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態に係る店舗用クライアントの表示画面例である。

【図5】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の処理の概略を示すフローチャートである。

【図6】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の動作原理の説明図である。

【図7】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の動作原理の説明図である。

【図8】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の

外観図である。

【図9】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の動作原理の説明図である。

【図10】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の動作原理の説明図である。

【図11】 この発明の実施の形態に係る他の画像処理装置の動作原理の説明図である。

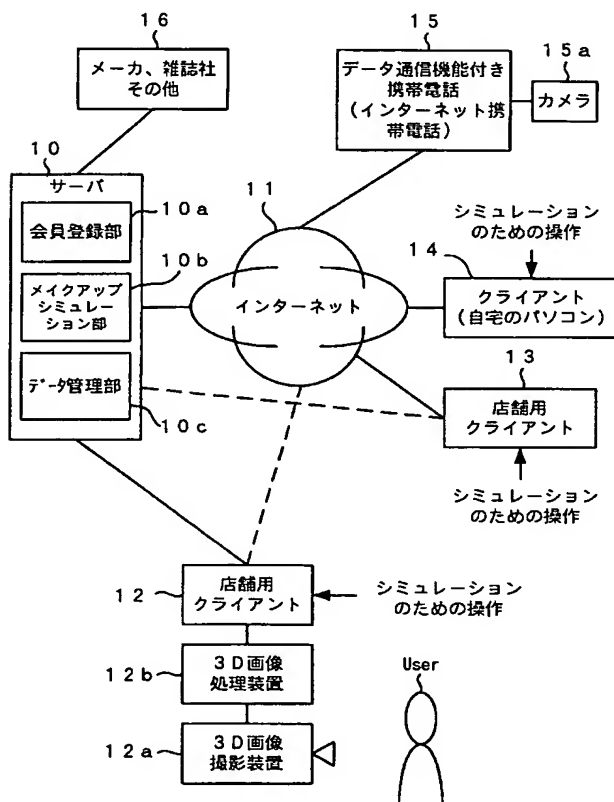
【図12】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置の概略ブロック図である。

10 【図13】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置のカメラ方向の決定手順の概略を示すフローチャートである。

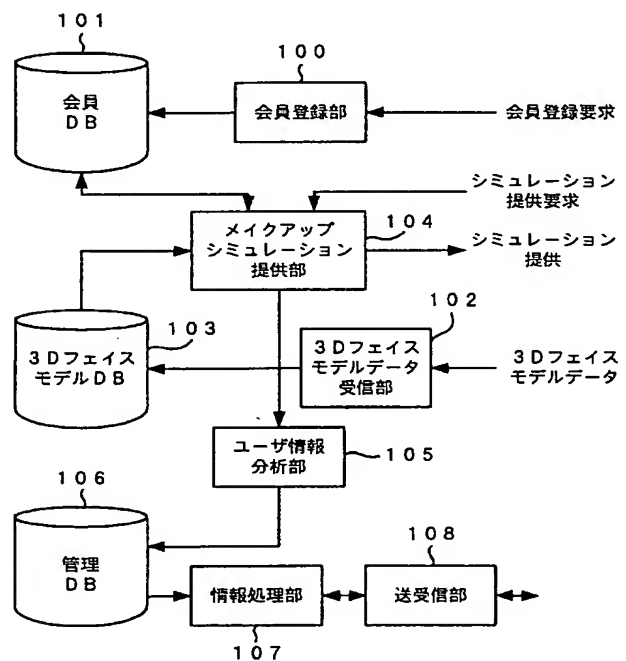
【図14】 この発明の実施の形態に係る画像処理装置のマッチ伝播順の概略を示すフローチャートである。

【図15】 モーフィングの原理の説明図である。

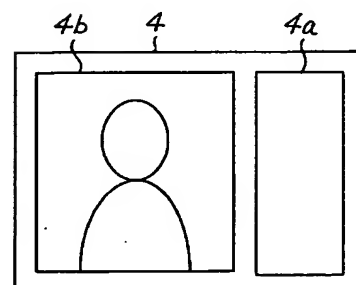
【図1】



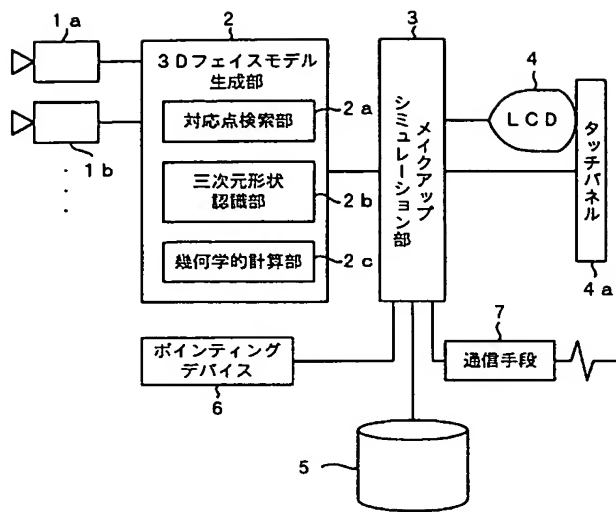
【図2】



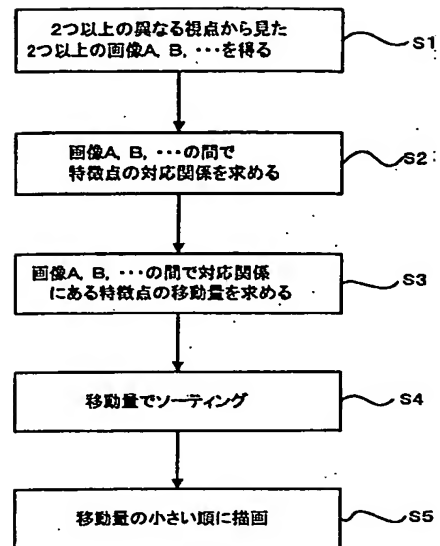
【図4】



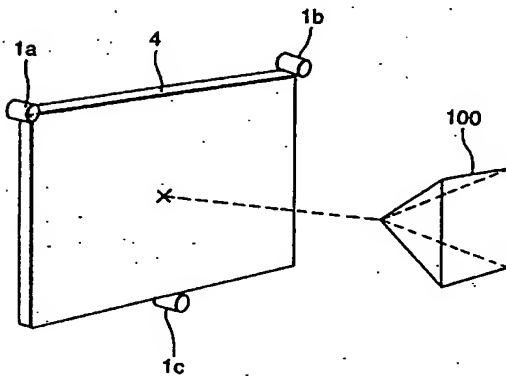
【図3】



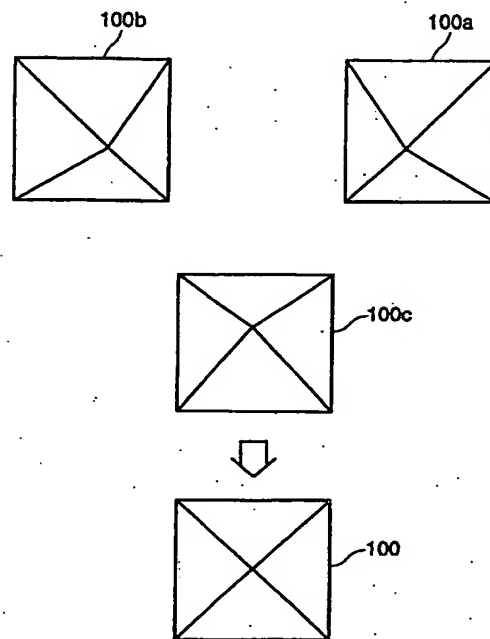
【図5】



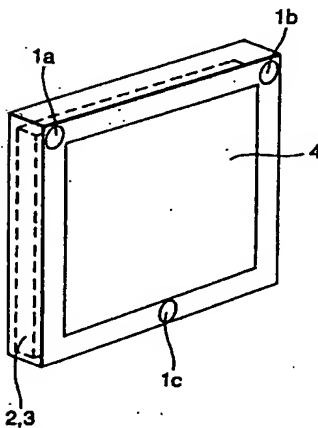
【図6】



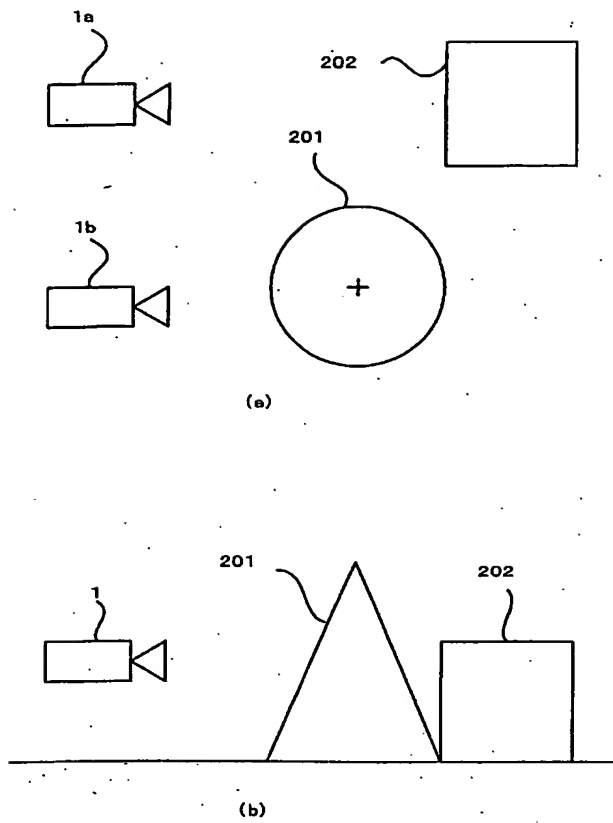
【図7】



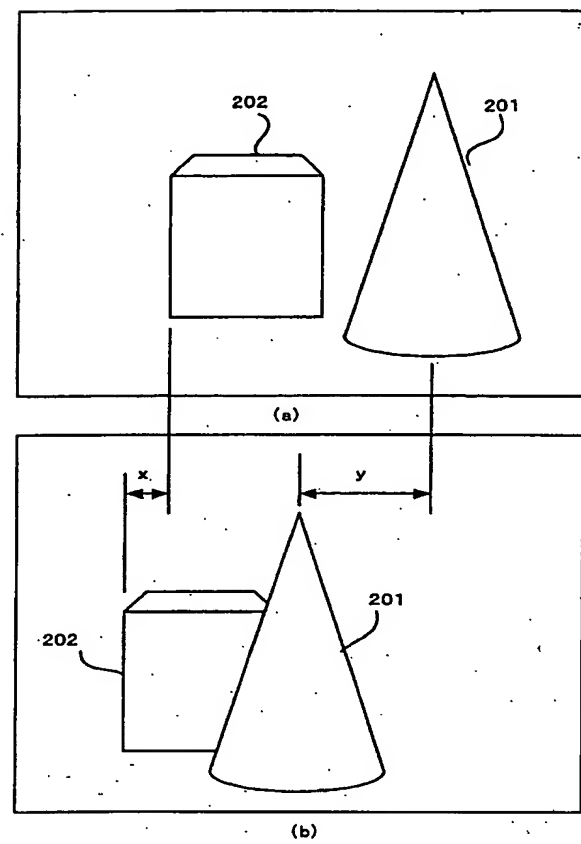
【図8】



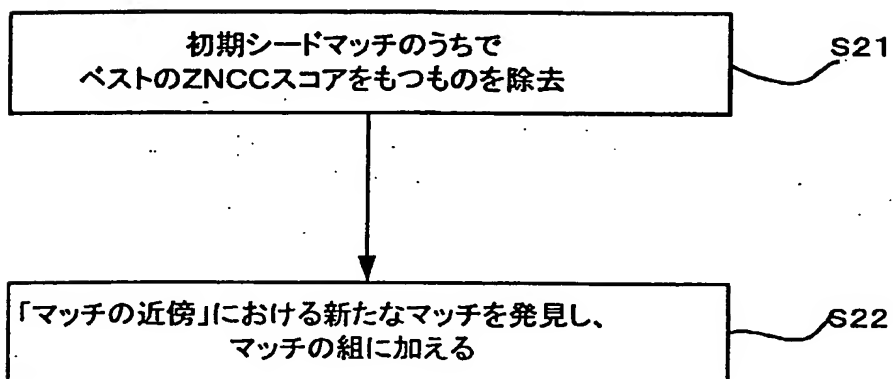
【図9】



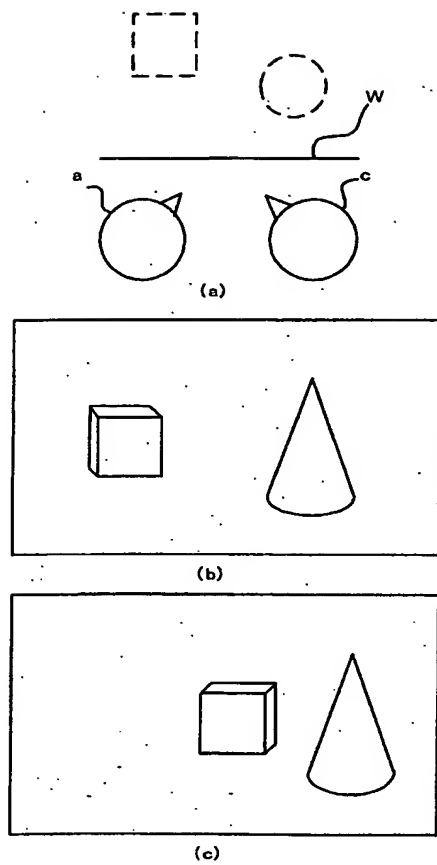
【図10】



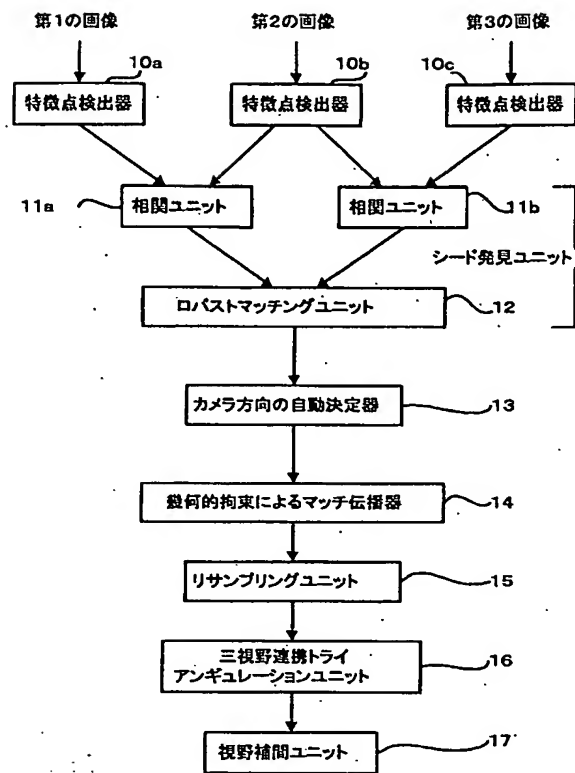
【図14】



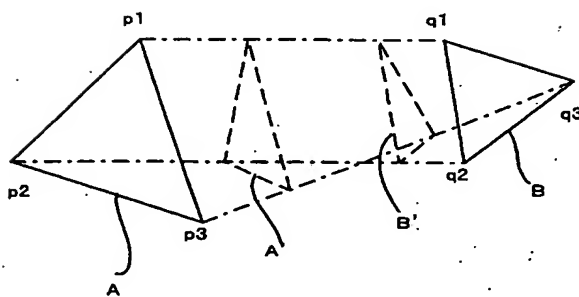
【図11】



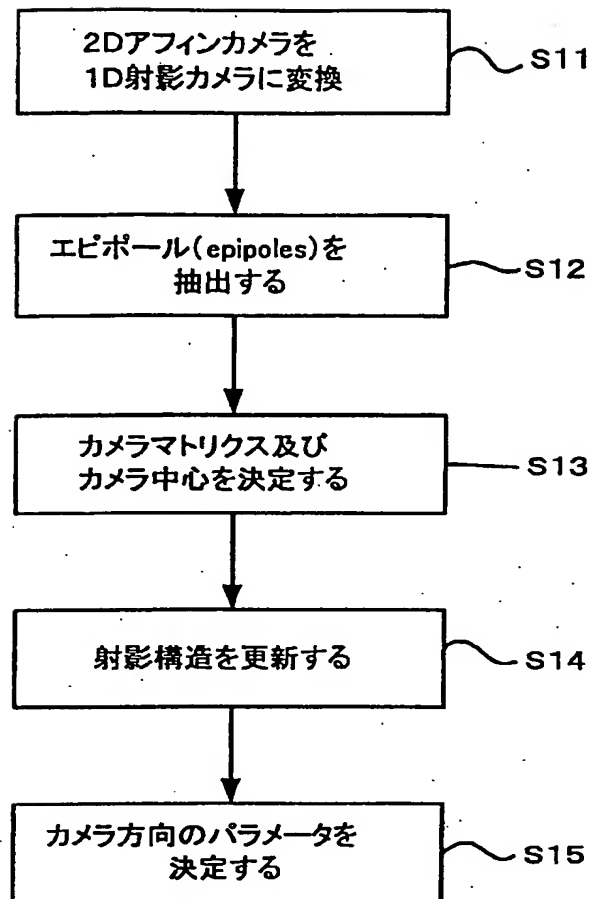
【図12】



【図15】



【図13】



フロントページの続き

(71)出願人 500318391
 One 5th Ave. Suit 15
 J, New York, NY10003,
 U. S. A.
 (72)発明者 宮沢 丈夫
 東京都港区元麻布二丁目1番17号 ザワン
 インフィニット・インコーポレイテッド内

Fターム(参考) 5B049 AA02 EE07 EE41 FF01 GG00
 5B057 AA20 BA02 BA11 CA01 CA08
 CA12 CB01 CB08 CB13 CD14
 DA07 DB03 DB06 DB09
 5B080 AA18 BA02 FA08
 5C061 AA21 AB04 AB08
 5C064 BA07 BB10 BC18 BC20 BD02
 BD07 BD13

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.